

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 décembre 2003 (24.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/106948 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
G01K 13/02

Marc [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 31-33 Avenue
Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR03/01800

(74) Mandataires : COLLET, Alain. etc.; Thales Intellectual
Property, 31-33, avenue Aristid Briand, F-94117 Arcueil
cedex (FR).

(22) Date de dépôt international : 13 juin 2003 (13.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/07376 14 juin 2002 (14.06.2002) FR

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK,
SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
THALES [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008
Paris (FR).

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

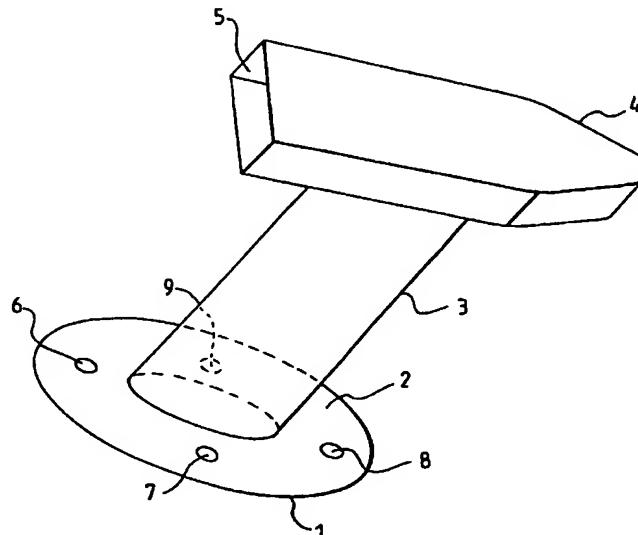
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : SIMEON,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TOTAL TEMPERATURE PROBE AND TOTAL TEMPERATURE DETERMINATION METHOD

(54) Titre : SONDE DE TEMPERATURE TOTALE ET PROCEDE DE DETERMINATION DE TEMPERATURE TOTALE



(57) Abstract: The invention concerns a total temperature probe for an aircraft and a method for determining total temperature with such a probe. The total temperature measuring probe comprises a base (1) whereof the outer surface (2) is designed to be mounted substantially coplanar with a skin of the aircraft, a shaft (3) projecting from the base (1) and bearing an active part (4) of the probe. The probe further comprises several temperature sensors arranged on the outer surface of the base (1) and distributed around the shaft (3). The method consists in determining the total temperature of the air flow around the probe based on the temperature measurement carried out in the probe active part (4), and on the maximum difference between the measurements carried out by the temperature sensors (6 to 9).

[Suite sur la page suivante]



FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) Abrégé : L'invention se rapporte à une sonde de température totale pour aéronef et à un procédé de détermination de température au moyen d'une telle sonde. La sonde de mesure de température totale comporte une embase (1) dont une face externe (2) est destinée à être montée de façon sensiblement coplanaire avec une peau de l'aéronef, un mât (3) sortant de l'embase (1) et portant une partie active (4) de la sonde. La sonde comporte en outre plusieurs capteurs de température disposés sur la face externe de l'embase (1) et répartis autour du mât (3). Le procédé consiste à déterminer la température totale de l'air entourant la sonde en fonction de la mesure de température effectuée dans la partie active (4) de la sonde, et en fonction de l'écart maximum existant entre les mesures réalisées par les capteurs de température (6 à 9).

Sonde de température totale et procédé de détermination de température totale

L'invention se rapporte à une sonde de température totale et à un procédé de détermination de température au moyen d'une telle sonde.

Une sonde de température totale mesure la température totale de l'écoulement d'air dans lequel elle est placée. Lorsque la vitesse de l'écoulement d'air est suffisante, un élément de mesure de la température placé dans la sonde prend la température de l'air grâce au phénomène de convection. Lorsque la vitesse de l'écoulement est faible ou nulle, la mesure est affectée par différents facteurs, parmi lesquels le réchauffage nécessaire au dégivrage ainsi que le rayonnement solaire, facteurs qui ont pour effet de porter la température de la sonde à une valeur supérieure à celle de l'air environnant.

Il est possible de corriger l'erreur de mesure due à l'influence du réchauffage au moyen d'étalonnages et de modélisations prenant en compte plusieurs paramètres, tels que la puissance de réchauffage dissipée dans la sonde et la vitesse de l'écoulement qui doit être mesurée par ailleurs, ou par la sonde elle-même dans le cas d'une sonde multifonction comme celle décrite dans la demande de brevet français n° FR 2 802 647 déposée le 17 décembre 1999.

Une telle modélisation ne prend pas en compte l'élévation de température de la sonde provoquée par le rayonnement solaire. Plus précisément, lorsqu'un avion, sur lequel la sonde est montée, est en phase de vol, la vitesse de l'écoulement de l'air entourant la sonde est suffisante pour que l'influence du rayonnement solaire soit négligeable et la modélisation décrite plus haut est suffisante. En revanche, lorsque l'avion est posé au sol, l'influence du rayonnement solaire devient importante et la mesure de température est altérée.

Une première solution pour éviter l'influence du rayonnement solaire consiste à installer la sonde dans une zone protégée du soleil, sous le fuselage par exemple. Il en résulte des contraintes d'installation qui peuvent être contradictoires avec l'utilisation en vol de la sonde. Les zones protégées du soleil sont, en général, perturbées aérodynamiquement par le train d'atterrissage.

Une autre solution pour éliminer l'influence du réchauffage et du rayonnement solaire lorsque la vitesse de l'écoulement est faible ou nulle

consiste à provoquer une convection forcée autour de l'élément de mesure de la sonde ; ceci nécessite une source de pression capable d'un certain débit, qui induit, par exemple par aspiration, une mise en mouvement de l'air autour de l'élément de mesure de la sonde.

5 Cette dernière solution est très pénalisante du point de vue de l'installation de la sonde sur avion. Elle nécessite l'installation de canalisations spécifiques aspirant de l'air au voisinage de chaque sonde de température, et la mise en place d'un générateur de pression. Cette solution est donc très coûteuse.

10 L'invention a pour but de pallier les problèmes cités précédemment en permettant l'élévation de la température de la sonde due au rayonnement solaire, et en corrigeant l'erreur de mesure qu'il provoque.

A cet effet, l'invention a pour objet de proposer des moyens pour corriger l'erreur de mesure due à l'influence du rayonnement solaire sur la
15 mesure de température effectuée par la sonde.

Plus précisément, l'invention a pour objet une sonde de mesure de température totale pour aéronef comportant une embase dont une face externe est destinée à être montée de façon sensiblement coplanaire avec une peau de l'aéronef, un mât sortant de l'embase et portant une partie
20 active de la sonde, caractérisé en ce qu'elle comporte en outre plusieurs capteurs de température disposés sur la face externe de l'embase répartis autour du mât.

L'invention a également pour objet un procédé de détermination de température au moyen de la sonde de température totale définie ci-
25 dessus et caractérisé en ce qu'on détermine la température totale de l'air entourant la sonde en fonction de la mesure de température effectuée dans la partie active de la sonde, et en fonction de l'écart maximum existant entre les mesures réalisées par les capteurs de température.

Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée à une sonde ne
30 comportant que des capteurs de température. L'invention peut notamment être mise en œuvre dans des sondes multifonctions comportant en plus des capteurs de température, d'autres types de capteurs tels que des capteurs de pression.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

- la figure 1 représente en perspective une sonde de mesure de température totale.

5

La sonde représentée sur la figure 1 comporte une embase 1 dont une face externe 2 est destinée à être montée de façon sensiblement coplanaire avec une peau d'un aéronef sur laquelle la sonde est montée. La sonde comporte également un mât 3 sortant de l'embase 1. Le mât 3 porte une partie active 4 de la sonde. La partie active 4 comporte une entrée d'air 5 par laquelle pénètre un filet d'air dont on cherche à connaître la température totale. A l'intérieur de la partie active 4, un capteur de température réalise la mesure de température totale de la sonde. Pour plus de détails concernant la réalisation de la partie active 4 de la sonde, on pourra se reporter à la demande de brevet français publiée sous le numéro FR 2 802 647.

10

Conformément à l'invention, la sonde comporte plusieurs capteurs de température 6 à 9 disposés sur la face externe 2 de l'embase 1. Les capteurs 6 à 9 sont répartis autour du mât 3. Ces capteurs de température 6 à 9 comportent par exemple chacun un thermocouple dont le point chaud est situé au niveau de la face externe 2 de l'embase 1. Sur la figure 1 quatre capteurs 6 à 9 ont été représentés. Il est bien entendu que l'invention n'est limitée à quatre capteurs. Le nombre de capteurs de température ainsi que leur position peuvent être déterminés lors de la conception de la sonde en fonction de sa forme.

20

25

Avantageusement, les capteurs de température 6 à 9 sont isolés thermiquement de la face externe 2 de l'embase 1. Ainsi, ils seront moins perturbés par une éventuelle conduction tendant à homogénéiser la température de l'embase 1.

30

Avantageusement, la sonde comporte au moins trois capteurs de température. Ainsi, lorsque la sonde est soumise au rayonnement solaire, l'un au moins des capteurs est à l'ombre du mât 3 ou de la partie active 4.

Pour déterminer la température totale de l'air entourant l'aéronef, au moyen de la sonde décrite plus haut, on détermine l'écart maximum existant entre les différentes mesures réalisées par les capteurs de

35

température 6 à 9. L'un des capteurs 6 à 9 étant à l'ombre. L'écart maximum est représentatif du rayonnement solaire atteignant la sonde. On peut ensuite corriger la mesure de température effectuée au moyen de la partie active 4 de la sonde avec cet écart maximum.

5 La correction de la mesure de température réalisée au moyen de la partie active 4 peut être étalonnée par exemple en faisant varier un rayonnement atteignant la sonde et en notant pour une température totale donnée de l'air entourant la sonde, les valeurs mesurées par la partie active 4 de la sonde et par les capteurs 6 à 9 et ceci pour différentes valeurs du
10 rayonnement. Cet étalonnage permet de déterminer la différence entre la mesure réalisée par la partie active 4 de la sonde et la température totale réelle de l'air entourant la sonde en fonction des mesures réalisées par les capteurs de température 6 à 9. On peut réaliser cet étalonnage pour
15 plusieurs niveaux de rayonnement atteignant la sonde. Chaque niveau de rayonnement donnera un écart maximum entre les mesures réalisées par les capteurs de température ainsi qu'une différence entre la mesure réalisée par la partie active 4 et la température totale réelle de l'air entourant la sonde. La température totale réelle peut être mesurée par la partie active 4 en l'absence de tout rayonnement.

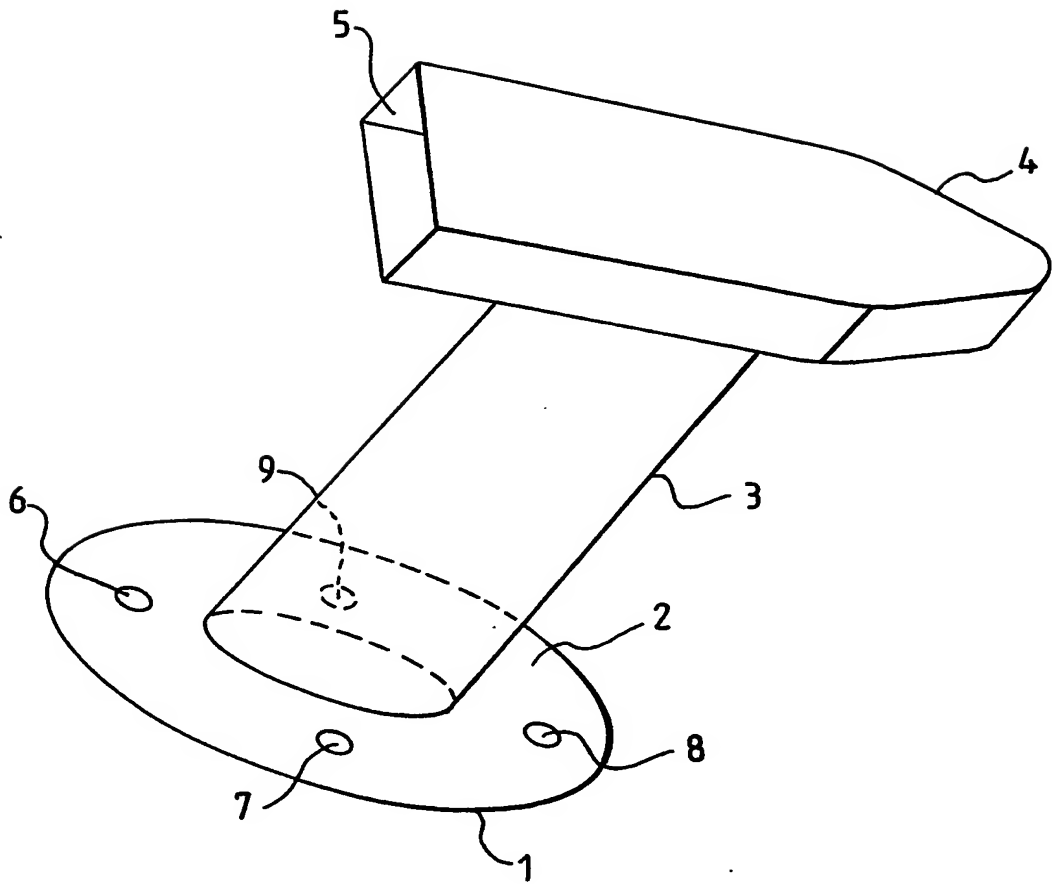
20 Au cours de l'utilisation normale de la sonde, à partir de l'écart maximum entre les mesures réalisées par les capteurs de température 6 à 9, on pourra déterminer une correction à appliquer à la mesure réalisée par la partie active 4 de la sonde par exemple par interpolation entre résultats obtenus pour chaque niveau de rayonnement au cours de l'étalonnage.

25 Avantageusement, on détermine la température totale de l'air entourant la sonde en fonction de la vitesse de l'air entourant la sonde. En effet, l'influence du rayonnement solaire décroît lorsque la vitesse de l'air entourant la sonde augmente. Comme précédemment, on peut étalonner la correction à effectuer sur la mesure de température réalisée par la partie
30 active 4 de la sonde. On peut réaliser cet étalonnage en soufflerie, en faisant varier la vitesse d'un écoulement d'air entourant la sonde, tout en l'éclairant avec un rayonnement donné.

REVENDICATIONS

1. Sonde de mesure de température totale pour aéronef comportant une embase (1) dont une face externe (2) est destinée à être montée de façon sensiblement coplanaire avec une peau de l'aéronef, un mât (3) sortant de l'embase (1) et portant une partie active (4) de la sonde, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre plusieurs capteurs de température disposés sur la face externe de l'embase (1) et répartis autour du mât (3).
2. Sonde selon la revendication 1, caractérisée en ce que les capteurs de température (6 à 9) sont isolés thermiquement de la face externe (2) de l'embase (1).
3. Sonde selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins trois capteurs de température (6 à 9).
4. Procédé de détermination de température au moyen d'une sonde de température totale selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on détermine la température totale de l'air entourant la sonde en fonction de la mesure de température effectuée dans la partie active (4) de la sonde, et en fonction de l'écart maximum existant entre les mesures réalisées par les capteurs de température (6 à 9).
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on détermine la température totale de l'air entourant la sonde en fonction de la vitesse de l'air entourant la sonde.

FIG.1



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01K13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	NL 1 002 157 C (H.P. JOOSTEN) 25 July 1997 (1997-07-25) the whole document	1, 4
A	FR 2 802 647 A (THOMSON CSF SEXTANT) 22 June 2001 (2001-06-22) cited in the application the whole document & WO 01 44821 A (THALES) 21 June 2001 (2001-06-21) the whole document	1, 4
A	CH 410 464 A (PETER PAUL DIPL ING ;KIEBACK ERICH DR ING (DE)) 31 March 1966 (1966-03-31) the whole document	1, 4, 5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 September 2003

Date of mailing of the international search report

09/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ramboer, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/01800

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
NL 1002157	C	25-07-1997	NL 1002157 C1	25-07-1997
FR 2802647	A	22-06-2001	FR 2802647 A1	22-06-2001
			AU 2855201 A	25-06-2001
			BR 0016310 A	27-08-2002
			CA 2394239 A1	21-06-2001
			EP 1247105 A1	09-10-2002
			WO 0144821 A1	21-06-2001
			US 2003051546 A1	20-03-2003
CH 410464	A	31-03-1966	DE 1184117 B	23-12-1964
			GB 996572 A	30-06-1965

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 03/01800

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01K13/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G01K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	NL 1 002 157 C (H.P. JOOSTEN) 25 juillet 1997 (1997-07-25) le document en entier	1, 4
A	FR 2 802 647 A (THOMSON CSF SEXTANT) 22 juin 2001 (2001-06-22) cité dans la demande le document en entier & WO 01 44821 A (THALES) 21 juin 2001 (2001-06-21) le document en entier	1, 4
A	CH 410 464 A (PETER PAUL DIPL ING ;KIEBACK ERICH DR ING (DE)) 31 mars 1966 (1966-03-31) le document en entier	1, 4, 5

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

23 septembre 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/10/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ramboer, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De l'Organisation internationale No

PCT/FR 03/01800

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
NL 1002157	C	25-07-1997	NL 1002157 C1	25-07-1997
FR 2802647	A	22-06-2001	FR 2802647 A1	22-06-2001
			AU 2855201 A	25-06-2001
			BR 0016310 A	27-08-2002
			CA 2394239 A1	21-06-2001
			EP 1247105 A1	09-10-2002
			WO 0144821 A1	21-06-2001
			US 2003051546 A1	20-03-2003
CH 410464	A	31-03-1966	DE 1184117 B	23-12-1964
			GB 996572 A	30-06-1965